

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-340644

(43)Date of publication of application : 27.11.2002

(51)Int.Cl. G01F 1/66  
G01F 1/00

(21)Application number : 2001-182569

(71)Applicant : KIKURA HIRONARI

(22)Date of filing : 15.05.2001

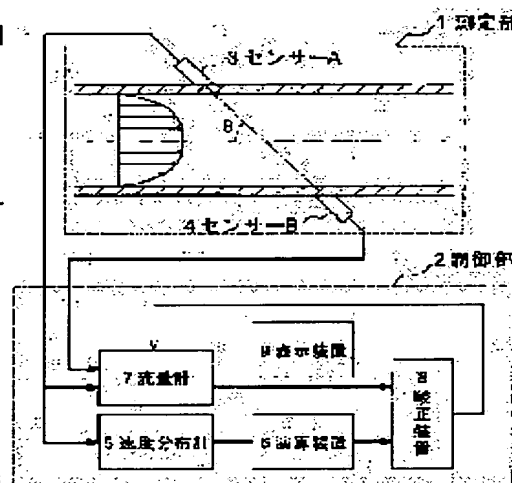
(72)Inventor : KIKURA HIRONARI  
ARITOMI MASANORI  
YAMANAKA GENTARO(54) ULTRASONIC FLOW AND FLOW VELOCITY-MEASURING INSTRUMENT AND  
ULTRASONIC FLOW AND FLOW VELOCITY-MEASURING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ultrasonic flow and flow velocity measuring instrument capable of coping with the case where a secular change in flow field is generated by impurity deposit and environmental change in the flow field.

SOLUTION: A sensor A3 transmits a pulsed ultrasonic wave to receive an ultrasonic echo from a reflection body mixed in the flow field. A velocity distribution meter 5 inputs a signal transmitted from the sensor A3, and processes the input signal to a velocity distribution in a measuring line direction. An arithmetic unit 6 integrates input data from the velocity distribution meter 5 to calculate an average velocity and a flow rate, and saves them temporarily in a memory as a reference flow rate. A sensor B4 receives the pulsed ultrasonic wave transmitted from the sensor A3. A flow meter 7 analyzes a reception signal from the sensor B4 to find a propagation time difference, and calculates an average velocity and a flow rate. A calibration device 8 calculates

a calibration coefficient using the flow rate input from the flowmeter 7 based on the reference flow rate from the arithmetic unit 6. A display 9 calculates an accurate average velocity and an accurate flow rate based on the propagation time difference using the calibration coefficient, and displays them.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

This Page Blank (uspto)

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

This Page Blank (uspto)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-340644  
(P2002-340644A)

(43) 公開日 平成14年11月27日 (2002. 11. 27)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト <sup>*</sup> (参考)
G 0 1 F 1/66	1 0 1	G 0 1 F 1/66	1 0 1 2 F 0 3 0
	1 0 3		1 0 3 2 F 0 3 5
1/00		1/00	K

審査請求 未請求 請求項の数4 書面 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-182569(P2001-182569)

(22) 出願日 平成13年5月15日 (2001. 5. 15)

(71) 出願人 500396850

木倉 宏成

東京都大田区東馬込2丁目3番6号 クレ  
ストコート馬込301

(72) 発明者 木倉 宏成

東京都大田区東馬込2丁目3番6号クレ  
ストコート馬込301

(72) 発明者 有富 正憲

東京都大田区石川町2丁目11番6号

(72) 発明者 山中 玄太郎

千葉県市川市北方町4丁目1974番

Fターム(参考) 2F030 CA03 CD20 CE04 CE32

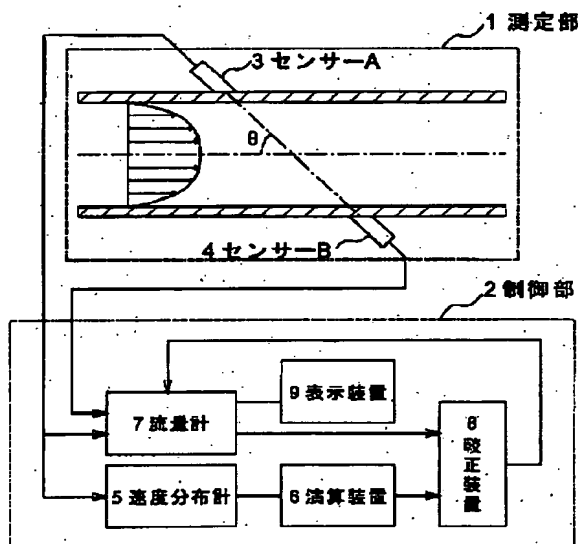
2F035 AA01 DA12 DA14

(54) 【発明の名称】 超音波流量／流速測定装置および流量／流速測定方法

(57) 【要約】

【課題】 流れ場中の不純物付着や環境変化による流れ場の経年変化が起きた場合に対応できる流速／流量測定装置を提供する。

【解決手段】 センサーA 3はパルス超音波を発信し流れ場に混入している反射体からの超音波エコーを受信する。速度分布計5はセンサーA 3から送られた信号を入力し、入力信号を処理して測定線方向の速度分布を算出する。演算装置6は速度分布計5からの入力データを積分して平均速度と流量を算出しこれを基準流量としメモリに一時待避する。センサーB 4はセンサーA 3より発信されたパルス超音波を受信する。流量計7はセンサーB 4からの受信信号を解析して伝播時間差を求め平均速度と流量を算出する。較正装置8は演算装置6からの基準流量をもとに流量計7から入力した流量から較正係数を算出する。表示装置9は較正係数を用いて伝播時間差をもとに正確な平均速度と流量を算出し表示する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 パルス超音波を送受信するセンサーと、上記センサーからの信号を入力し速度分布を計算する速度分布計と、上記速度分布計からの信号を入力し流量を計算する演算装置と、上記センサーからの信号を入力し伝播時間差より流量を計算する流量計と、上記演算装置からの流量を基準流量として入力し、上記流量計の流量とを比較して校正係数を演算する校正装置と、上記校正装置からのこうせい校正係数を入力し上記流量計にフィードバックする装置を有する流量測定装置。

【請求項 2】 パルス超音波を送受信するセンサーと、上記センサーからの信号を入力し速度分布を計算する速度分布計と、上記速度分布計からの信号を入力し平均流速を計算する演算装置と、上記センサーからの信号を入力し伝播時間差より流速を計算する流速計と、上記演算装置からの平均流速を基準流速として入力し、上記流速計の流速とを比較して校正係数を演算する校正装置と、上記校正装置からの校正係数を入力し上記流速計にフィードバックする装置を有する流速測定装置。

【請求項 3】 センサーよりパルス超音波を発信し、流れ場に混入している反射体からの超音波エコーを受信する工程と、速度分布計においてセンサーから送られた信号を処理して測定線方向の速度分布を算出する工程と、信号処理制御装置において、速度分布を積分して流量計算する工程と、一組の超音波センサを取り付け、配管内の流体に超音波を流れと同方向、および逆方向に伝搬させ、それらの伝搬時間差から流量を測定する工程と、速度分布から得られた流量を用いて伝播時間差から得られた流量を補正する工程を有する流量測定方法。

【請求項 4】 センサーよりパルス超音波を発信し、流れ場に混入している反射体からの超音波エコーを受信する工程と、速度分布計においてセンサーから送られた信号を処理して測定線方向の速度分布を算出する工程と、信号処理制御装置において、速度分布を計算して平均流速を算出する工程と、一組の超音波センサを取り付け、配管内の流体に超音波を流れと同方向、および逆方向に伝搬させ、それらの伝搬時間差から流速を測定する工程と、速度分布から得られた平均流速を用いて伝播時間差から得られた流速を補正する工程を有する流速測定方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、原子炉の循環水や冷却水の配管流れ、汚水施設や下水施設などの配管流れや、汚水・上下水道などの管内流の流れ場解析へ応用できる超音波流量／流速分布測定装置および流量／流速分布測定方法に関する。

**【0002】**

【従来の技術】 パルス超音波を用いた流量計は、従来、流体の流速を測定し、これに既知の流路断面積や補正係

数を乗算することにより流量を測定するものであり、浄水場や配水場の流入量や流出量の管理、工場内の各所の配管流量の定期的モニタリングおよび農業用水や排水など開水路の流量管理などに用いられている。パルス超音波を用いた流量／流速計における上記の流速測定手法としては、超音波の伝播時間差を用いた方法や、ドップラーシフトを用いた方法がある。

【0003】 伝播時間差法によるものは、配管の外側に一組の超音波センサーを取り付け、配管内の流体に超音波を流れと同方向、および逆方向に伝搬させ、それらの伝搬時間差から流速および流量を測定するものである。これに対してドップラーシフト法は、一つの超音波センサーからパルス超音波を発射し、流体中に混入している反射体からのドップラー信号を同じ超音波センサーで受信してドップラーシフト周波数から速度および流量を求めるものである。さらに、超音波のドップラーシフトから速度を、また計測された瞬時流速の時間遅れから位置を同定することにより瞬時流速分布を求め、この瞬時流速分布を積分して流量を算出する超音波流速分計測法がある。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】 本発明者は、上記の超音波流速分布計測法と伝播時間差超音波流速法を、原子炉内の給水流量計測システムに適用することを検討していく課程で大きな問題に直面した。すなわち、パルス超音波ドップラー流速法を用いた流量計測では、測定対象となる流体に超音波を反射するに適した大きさの反射体が必要であるが、原子炉内の循環水はマイクロフィルタを通過した異物のほとんど存在しない流体であることから、純水など異物の少ない流体の測定が困難であることである。また、伝播時間差法は流体中に特別な反射体を必要としないが、実流量を測定する際に、実流量と基準流量との比から求める固定された校正定数が必要となり、この校正定数は流体中の不純物による配管付着が原因により経年変化をおこし、測定精度を悪化させるというのである。

【0005】 本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、流れ場中の不純物付着や環境変化による流れ場の経年変化が起きた場合に対応できる新規な超音波流速測定装置および流量測定装置を提供するものである。

**【0006】**

【課題を解決するための手段】 本発明の流量測定装置は、パルス超音波を送受信するセンサーと、上記センサーからの信号を入力し速度分布を計算する速度分布計と、上記速度分布計からの信号を入力し流量を計算する演算装置と、上記センサーからの信号を入力し伝播時間差より流量を計算する流量計と、上記演算装置からの流量を基準流量として入力し、上記流量計の流量とを比較して校正係数を演算する校正装置と、上記校正装置から

の校正係数を入力し上記流量計にフィードバックする装置を有するものである。

【0007】また、本発明の流速測定装置は、パルス超音波を送受信するセンサーと、上記センサーからの信号を入力し速度分布を計算する速度分布計と、上記速度分布計からの信号を入力し平均流速を計算する演算装置と、上記センサーからの信号を入力し伝播時間差より流速を計算する流速計と、上記演算装置からの平均流速を基準流速として入力し、上記流速計の流速とを比較して校正係数を演算する校正装置と、上記校正装置からの校正係数を入力し上記流速計にフィードバックする装置を有するものである。

【0008】また、本発明の流量測定方法は、センサーよりパルス超音波を発信し、流れ場に混入している反射体からの超音波エコーを受信する工程と、速度分布計においてセンサーから送られた信号を処理して測定線方向の速度分布を算出する工程と、信号処理制御装置において、速度分布を積分して流量計算する工程と、一組の超音波センサを取り付け、配管内の流体に超音波を流れと同方向、および逆方向に伝搬させ、それらの伝搬時間差から流量を測定する工程と、速度分布から得られた流量を用いて伝播時間差から得られた流量を補正する工程を有する方法である。

【0009】また、本発明の流速測定方法は、センサーよりパルス超音波を発信し、流れ場に混入している反射体からの超音波エコーを受信する工程と、速度分布計においてセンサーから送られた信号を処理して測定線方向の速度分布を算出する工程と、信号処理制御装置において、速度分布を計算して平均流速を算出する工程と、一組の超音波センサを取り付け、配管内の流体に超音波を流れと同方向、および逆方向に伝搬させ、それらの伝搬時間差から流速を測定する工程と、速度分布から得られた平均流速を用いて伝播時間差から得られた流速を補正する工程を有する方法である。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面に基づいて説明する。図1は、本発明の装置を説明するもので、図2は本発明の方法を説明するものである。

【0011】本発明は、パルス超音波を用いて、超音波流速分布流測法による流速および流量を用いて伝播時間差法における校正係数を随時決定できる、ハイブリット型超音波流量／流速測定装置および流量／流速測定方法を提供するものであるが、この超音波流量／流速測定装置は図1に示すように、測定部1と制御部2から成り立っている。

【0012】センサーA3よりパルス超音波を発信する。そして、流れ場に混入しているゴミや気泡などの反射体からの超音波エコーを同じセンサーA3で受信する。受信した信号は、速度分布計5に出力する。

【0013】速度分布計5においては、センサーA3から送られた信号を入力する。そして、入力信号を処理して測定線方向の速度分布を算出する。

【0014】演算装置6は、速度分布計5からの入力データを積分して平均速度と流量を算出し、これを基準流量としメモリーに一時待避する。

【0015】伝播時間差法を用いた流量計測を行うため、センサーA3よりパルス超音波を発信し、センサーB4で受信し、受信信号を流量計7に出力する。

【0016】流量計7では、受信信号を解析して伝播時間差を求め、平均速度と流量を算出する。得られた流量は校正装置8に出力する。

【0017】校正装置8では、演算装置6からの基準流量をもとに、流量計7から入力した流量から校正係数を算出する。

【0018】再び伝播時間差法を用いた流量計測を行うため、センサーA3よりパルス超音波を発信し、センサーB4で受信し、受信信号を流量計7に出力する。

【0019】流量計7では、受信信号を解析して伝播時間差を求め、校正係数を用いて正確な平均速度と流量を算出する。

【0020】得られた流量を表示装置9で表示する。

【0021】なお、速度分布計5はスイスMetFlo社製のUVP Monitormodel X3PSiを使用した。

【0022】次に測定方法について図2を用いて説明する。1により測定が開始されると、3に示すようにセンサーA3よりパルス超音波を発信する。4に示すように流れ場に混入しているゴミや気泡などの反射体からの超音波エコーを同じセンサーA3にて受信する。5に示すように、速度分布計5においてセンサーA3から送られた信号を入力し、入力信号を処理して測定線方向の速度分布を算出する。6に示すように、演算装置6において、速度分布計5からの入力データを積分して平均速度と流量を算出し、これを基準流量としメモリーに一時待避する。7に示すように、伝播時間差法を用いた流量計測を行うため、センサーA3よりパルス超音波を発信し、センサーB4で受信し、受信信号を流量計7に出力する。8に示すように、流量計7では、受信信号を解析して伝播時間差を求め、平均速度と流量を算出する。得られた流量は校正装置8に出力する。9に示すように、校正装置8では、演算装置6からの基準流量を、もとに、流量計7から入力した流量から校正係数を算出する。10で示すように、流量計7では、校正係数を用いて伝播時間差をもとに正確な平均速度と流量を算出する。11で示すように、得られた流量を表示装置9で表示する。その後2に戻る。

【0023】なお、本発明は上述の実施の形態に限らず本発明の要旨を逸脱することなく、その他種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【0024】以上のことから、本実施の形態によれば、従来の装置に比べ流れ場中の不純物付着や環境変化による流れ場の経年変化が起きた場合に対応できる。また、センサーの数を少なく使用することにより、装置の簡素化ができ、経済的である。

【0025】上述では、速度分布を測定するのに一つセンサーを用いて、流速／流量測定について説明したが、これに限定されない。たとえば、センサーを3本使用することにより、3本の測定線より得られる速度分布から流量計測してより信頼性の高い計測を行うことができる。また、上述では、二つのセンサーを用いて伝播時間差法を設定したが、これに限定されない。たとえば、センサーを6本使用することにより平均速度の信頼性が向上する。そして、測定部と制御部が分かれているので、測定部の遠隔操作が可能である。測定する対象は、原子炉の循環水や給水配管、污水施設や下水施設などの配管や、污水・上下水道などの管内流の計測に限定されず、高分子材料・工業材料プロセスの流動場や食品加工プロセスに関する流速／流量計測などにも適用できる。超音波を透過する材質のものであれば、壁の外にセンサーを設置して、測定できる。通常センサーには一つの素子を使用されている。なお、この素子は一つに限定されない。たとえばアレー素子を用いてより広領域の測定を効

率よく測定できる。

【0026】

【発明の効果】本発明は、以下に記載されるような効果を奏する。直線上の速度分布を検知できるセンサーと伝播時間差型超音波計測計の校正係数を演算する自己校正装置を有するので、高い信頼度で流速／流量測定ができる。

【図面の簡単な説明】

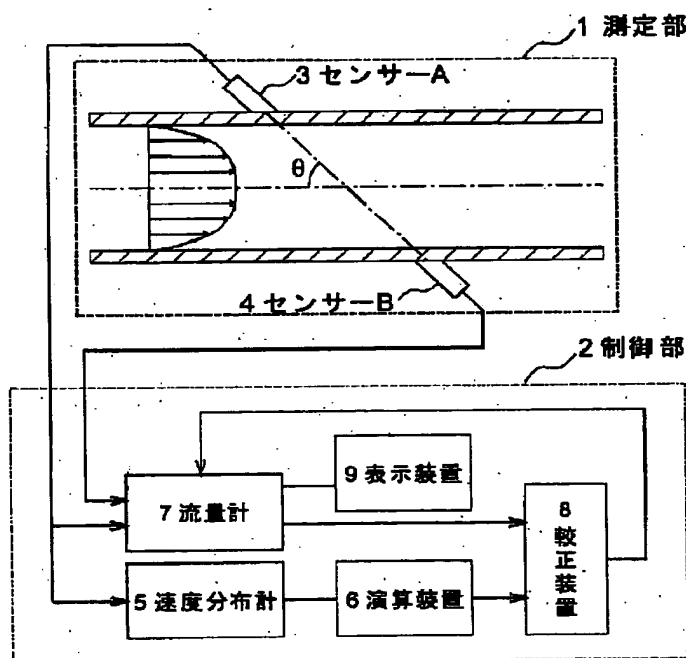
【図1】本発明のハイブリッド型超音波流量／流速測定装置の一実施例を示す概略構成の説明図である。

【図2】本発明のハイブリッド型超音波流量／流速測定方法の一実施例を示す説明図である

【符号の説明】

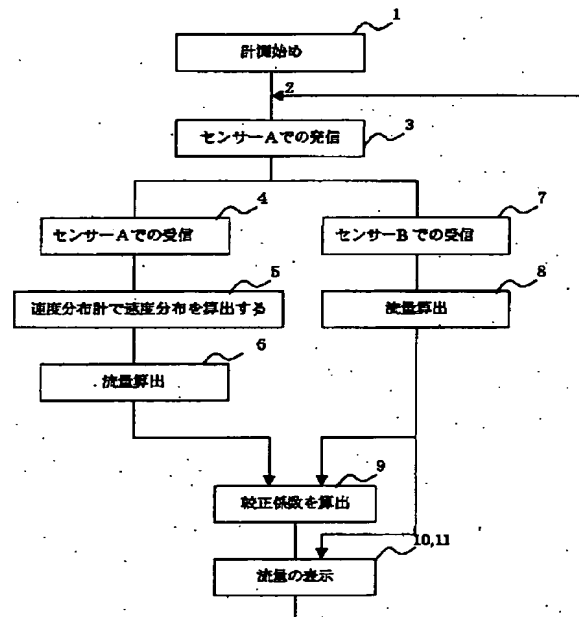
- 1 測定部
- 2 制御部
- 3 センサーA
- 4 センサーB
- 5 速度分布計
- 6 演算装置
- 7 流量計
- 8 校正装置
- 9 表示装置

【図1】





【図2】





## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-237264

(43)Date of publication of application : 31.08.1999

(51)Int.Cl.

G01F 1/66

(21)Application number : 10-054457

(71)Applicant : KAIJO CORP

(22)Date of filing : 19.02.1998

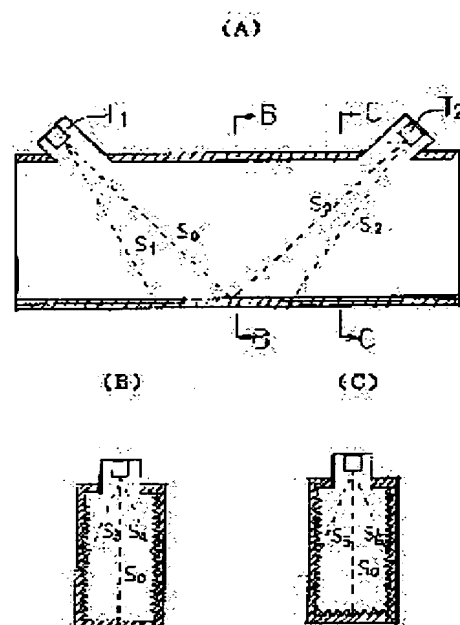
(72)Inventor : SHIMIZU KAZUYOSHI

## (54) ULTRASONIC FLOWMETER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a high-accuracy ultrasonic flowmeter in which the point of time of a reception in a reception-side transducer can be decided with high accuracy by reducing the influence of the component of ultrasonic waves which are not passed through a shortest propagation route between a transmitting transducer and the receiving transducer.

**SOLUTION:** In an ultrasonic flowmeter, ultrasonic waves which are generated by a transducer T1 and a transducer T2 are radiated into a fluid which flows inside a conduit, the ultrasonic waves are received, and the flow velocity or the flow rate of the fluid is measured on the basis of the time required for their propagation, the amount of a frequency shift or the like. Then, in the ultrasonic flowmeter, an uneven part is formed in at least one point on the inner wall surface of the conduit in a part in which the ultrasonic waves are propagated. Regarding the component of the ultrasonic waves which are propagated so as to be deviated from a shortest propagation route, the point of time of their arrival to the reception-side transducer is delayed due to an increase in the number of times of their reflection on the inner wall surface.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]



decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-237264

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月31日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 F 1/66

識別記号

1 0 1

F I

G 0 1 F 1/66

1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平10-54457

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月19日

(71) 出願人 000124959

株式会社カイジョー

東京都羽村市栄町3丁目1番地の5

(72) 発明者 清水 和義

東京都羽村市栄町3丁目1番地の5 株式

会社カイジョー内

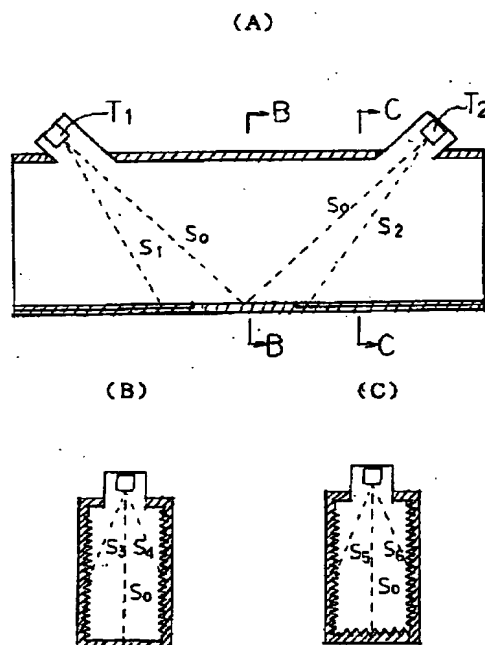
(74) 代理人 弁理士 櫻井 俊彦

(54) 【発明の名称】 超音波流量計

(57) 【要約】

【課題】送受各トランスジューサ間の最短の伝播経路を経ない超音波の成分の影響を低減することにより、受信側トランスジューサにおける受信時点を高精度で確定できる高精度の超音波流量計を提供する。

【解決手段】本発明の超音波流量計は、管路内を流れる流体中にトランスジューサ (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>) が発生した超音波を放射し、この超音波を受信し、伝播所要時間や周波数シフト量などの特性から流体の流速又は流量を測定する。そして、この超音波流量計では、超音波が伝播する部分の管路の内壁面のうち少なくとも一つに凹凸が形成され、最短伝播経路から外れて伝播する超音波の成分については、内壁面での反射回数の増大により受信側のトランスジューサへの到達時点の遅延が図られる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 管路内を流れる流体中にトランスジューサが発生した超音波を放射し、この超音波を受信し、伝播所要時間や周波数シフト量などの特性から流体の流速又は流量を測定する超音波流量計において、前記超音波が伝播する部分の管路の内壁面のうち少なくとも一つに凹凸が形成されたことを特徴とする超音波流量計。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記超音波流量計は矩形断面形状の管路の内壁面の一部を反射面として利用する反射型の超音波流量計であることを特徴とする超音波流量計。

【請求項 3】 請求項 2 において、前記反射面として利用される管路の内壁面のうち反射予定箇所の前後に前記凹凸が形成されたことを特徴とする超音波流量計。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 のそれぞれにおいて、前記凹凸は、前記管路の長手方向にほぼ等間隔で平行に延長される山型の溝であることを特徴とする超音波流量計。

【請求項 5】 請求項 4 において、前記山型の溝の間隔は放射される超音波の波長のほぼ 2 倍以上の値に設定されることを特徴とする超音波流量計。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、超音波の伝播時間差などから流体の流量や流速を計測する超音波流量計に関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】 測定対象の流体中に超音波を伝播させ、その下流方向と上流方向への伝播時間の差から流量や流速を計測する超音波流量計が広く使用されている。最も簡単な構成の超音波流量計では、1 対のトランスジューサ（電気／音響変換器あるいは超音波振動子）が流体内の上流側と下流側とに対向させて設置される。しかながら、通常は、トランスジューサを流路内に設置することに伴う流速の乱れなどの問題を回避するために、トランスジューサを流体の流路の外側に設置する場合が多い。

【0003】 このようにトランスジューサを流路の外側に設置する超音波流量計では、図 2 に例示するように、流路の外側に管路に対して斜めにかつ互に対向するように 1 対のトランスジューサ T1、T2 が設置され、矢印で示す流れに対して所定の角度傾いた点線で示す超音波の直線状の伝播路が形成される。図 3 に示すように管路の一つの壁面に 1 対のトランスジューサ T1、T2 を設置するために、各トランスジューサを設置する面と対向する管路の内壁面を反射面として利用することによって、点線で示す V 字形状の超音波の伝播経路を形成する方式も知られている。更には、上下の内壁面上で反射を

3 回生じさせることにより W 字形状の超音波の伝播経路を形成する方式も知られている。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】 流路の断面形状が円形の場合の超音波の伝播経路は、図 4（A）中に点線で示すように、対向するトランスジューサ T1 と T2 の間を直線で結ぶ最短経路と、この最短経路の周りに出現する曲線状の多数の経路から成る。湾曲した外側の伝播経路上を伝播した超音波は、直線状の最短経路を経た超音波よりも遅れて受信されることになる。この結果、超音波の受信波形が時間軸上で拡がってしまい、受信の時点、従って、伝播所要時間を判別するのが困難になる。また、この円形断面の導波管においても、矩形断面の導波管の場合と同様に、直線状の点線で例示した伝播経路を経て受信側のトランスジューサに入射する反射波によっても受信波形が時間軸上で拡がってしまうという問題がある。

【0005】 管路の内壁面を反射面として利用することによって V 字形状や W 字形状の超音波の伝播経路を形成する流量計では、図 4（B）に示すように、トランスジューサを設置する管壁面と対向する内壁面に平面状の反射面を確保するために、矩形断面形状の管路が利用される。このような矩形断面の管路では、トランスジューサ T1、T2 の一方から放射された超音波のうち側壁に対して斜めに放射された成分が一方の側壁、下方の反射面及び他方の側壁で反射されて他方のトランスジューサに入射するので、側壁に平行に放射された成分よりも遅れて受信側のトランスジューサに入射し、ゼロクロス点などとして定義される受信時点の判別を困難にする。

【0006】 従って、本発明の目的は、最短の伝播経路を経ない超音波成分の影響を低減することによって受信時点を高精度で確定できる超音波流量計を提供することにある。

**【0007】**

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決する本発明の超音波流量計は、管路内を流れる流体中にトランスジューサが発生した超音波を放射し、この超音波を受信し、伝播所要時間や周波数シフト量などの特性から流体の流速又は流量を測定する超音波流量計であって、超音波が伝播する部分の管路の内壁面のうち少なくとも一つに凹凸が形成されている。

**【0008】**

【発明の実施の形態】 本発明の好適な実施の形態によれば、上記超音波流量計は矩形断面形状を有する上記管路の内壁面の一部を反射面として利用する反射型の超音波流量計を構成している。

【0009】 本発明の他の好適な実施の形態によれば、上記反射面として利用される内壁面の反射予定箇所の前後に凹凸が形成されている。本発明の更に他の好適な実施の形態によれば、管路の内壁面に形成される凹凸は、



管路の長手方向にほぼ等間隔で平行に延長される山型の溝から構成される。更に好適には、上記管路の内壁面に形成される山型の溝の間隔は、管路内を伝播する超音波の波長のほぼ 2 倍以上の値に設定される。

#### 【0010】

【実施例】図 1 は、本発明の一実施例の超音波流量計の構成を示す断面図であり、(A) は矩形管路の管軸を含む面で切断した縦断面図、(B) と (C) のそれぞれは、縦断面図 (A) 中に B-B と C-C で示した切断面に沿って切断した横断面図である。

【0011】この超音波流量計によれば、流体の流路を形成する矩形の管路の上方の壁面にトランスジューサ T1 と T2 が設置されている。管路のうち超音波が伝播する箇所下方の内壁面には、(A) と (B) に示すように、管路の長手方向に沿ってトランスジューサ T1 と T2 の中間に位置する箇所を除いて、ほぼ等間隔を保ちながら互いに平行に管路の長手方向に延長される山型の溝が形成されている。さらに、(C) に示すように、管路のうち超音波が伝播する箇所の側方の内壁面には、ほぼ等間隔を保ちながら互いに平行に管路の長手方向に延長される山型の溝が形成されている。

【0012】トランスジューサ T1 と T2 の一方から放射される超音波のうち、図中に S0 で示すように、側壁に対して平行に放射されて最短の伝播経路上を伝播する成分は管路の側方の内壁面に形成された凹凸面に入射することなく、下方の内壁面のうちトランスジューサ T1 と T2 の中間に位置する凹凸面が形成されていない部分で反射され、他方のトランスジューサに入射する。すなわち、トランスジューサ T1 と T2 の間に V 字形の伝播経路が形成される。

【0013】これに対して、トランスジューサ T1 と T2 の一方から放射される超音波のうち、図中に S1~S6 で示すように側壁に対して斜めの伝播経路などの上を伝播する成分は、いずれも管路の内壁面に形成された山型の溝の部分に入射し、この入射面への入射角に依存した種々の方向に反射される。この凹凸面で反射された超音波の成分のうちその大部分は、管路の内壁面の種々の箇所でも多重反射を繰り返すため、最短経路を通った成分が受信側のトランスジューサに到達したのち相当の時間が経過するまではこの受信側のトランスジューサには到達しないか、到達するとしても多重反射に伴って振幅が大幅に減衰している。このため、受信電圧波形が 0 volt の線を切る時点、すなわちゼロクロス点などによって定義される受信時点の識別は、最短の伝播経路を経た超音波の成分を主体として行われ、測定精度が向上する。

【0014】山型の溝の高さやピッチが超音波の波長に比べて極端に小さくなると、入射波を種々の方向に反射する機能が失われる。そこで、この山型の溝の高さやピ

ッチは、超音波の波長の 2 倍以上の値に設定される。例えば、流量を測定しようとする流体が気体の場合、その内部を伝播する超音波の伝播速度は 340m/sec であるから、超音波の周波数を 680 kHz とすると、この気体の内部を伝播する超音波の波長は、0.5mm となる。この場合、この波長の 2 倍程度の 1mm 以上の高さやピッチの山型の溝が内壁面に形成される。更に短い波長の超音波を使用する場合には、管路の内壁面に対してサンドブラストを行うことなどにより不規則な粗面を形成することもできる。

【0015】以上、途中に反射面を設けて V 字形の伝播経路を形成する構成を例示した。しかしながら、図 2 に示したように、管路の壁面の両側に 1 対のトランスジューサを設置してトランスジューサ間で直接超音波を送受するような構成に対しても本発明を適用できる。この場合、両側面に凹凸面が形成される。

【0016】また、管路の断面形状が矩形の場合を例にとって本発明を説明した。しかしながら、円形など他の適宜な形状の断面の場合にも本発明を適用できる。この場合側壁の内壁面などに凹凸面が形成される。

【0017】さらに、超音波の伝播時間差から流量を測定する装置について本発明の説明した。しかしながら、超音波のドップラーシフト量から流速や流量を測定する形式の流量計にも本発明を適用できる。

#### 【0018】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明の超音波流量計は超音波が伝播する部分の管路の内壁面のうち少なくとも一つに凹凸を形成する構成であるから、最短の伝播経路から外れて内壁面に入射する超音波の成分がそのような凹凸面で多重反射を受け、その伝播時間が長引くと共に減衰量が増大する。この結果、最短の伝播経路を経た超音波の成分によって受信時点が定まり、測定精度が向上するという効果が奏される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例の超音波流量計の構成を示す断面図である。

【図 2】従来の典型的な超音波流量計の構成の一例を示す断面図である。

【図 3】従来の典型的な超音波流量計の他の構成の一例を示す断面図である。

【図 4】本発明の解決課題を説明するための断面図である。

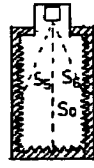
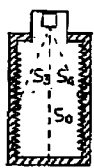
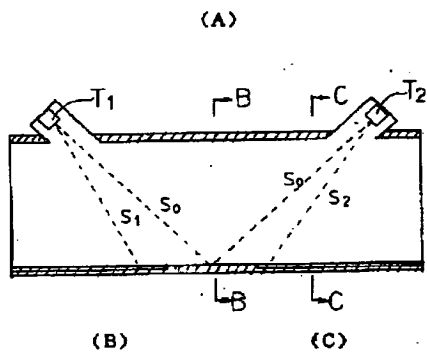
#### 【符号の説明】

T1, T2 トランスジューサ

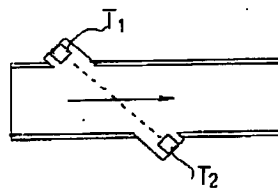
S0 トランスジューサ間の最短の超音波の伝播経路

S1~S6 凹凸面が形成された内壁面に入射する超音波の伝播経路

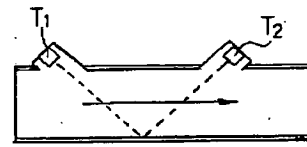
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

